Министерство образования и науки Челябинской области

## Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение

# «Южно-Уральский государственный технический колледж»

**Методические рекомендации**

**к выполнению лабораторных работ**

*по дисциплине* ***«Основы электроники»***

для специальности 08.02.09

“Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования

промышленных и гражданских зданий”

ФП «ПРОФЕССИОНАЛИТЕТ»

Челябинск

2022

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Методические рекомендации составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины "Основы электроники" | ОДОБРЕНА  Предметной (цикловой)  комис­сией  протокол №  от «\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022г  Председатель ПЦК  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С.А.Чиняева | УТВЕРЖДАЮ  Заместитель директора по НМР  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Т.Ю. Крашакова  «\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022г. |

## Составитель: Чиняева С.А. – преподаватель Южно-Уральского государственного технического колледжа

Согласовано: ***Абелев А.З. .*** *технический директор ООО " ПО Южуралэлектромонтаж"*

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| Пояснительная записка | 4 |
| Перечень практических работ | 5 |
| Требования к содержанию отчета | 6 |
| **Работа №1.** Изучение работы выпрямительных диодов. Эффект p-n перехода в диодах. | 7 |
| **Работа №2.** Снятие характеристик биполярного транзистора | 10 |
| **Работа №3.** Снятие выходных характеристик полевого транзистора | 13 |
| **Работа №4.** Изучение работы и выбор параметров усилителей на биполярных транзисторах | 15 |
| **Работа №5.** Изучение работы операционных усилителей | 20 |
| Критерии оценки отчетных работ | 24 |
| Приложение А. Титульный лист | 25 |
| Список литературы | 26 |

**Пояснительная записка**

Методические рекомендации предназначены для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Основы электроники».

Целью проведения лабораторных работ является подтверждение, закрепление теоретического материала.

В учебном пособии дан перечень лабораторных работ по соответствующим темам, содержание и порядок выполнения работ, контрольные вопросы по каждой работе.

Пособие предназначено для студентов очной и заочной форм обучения для работы в аудитории.

Пособие подготовлено в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования и рабочей программы дисциплины «Основы электроники». Темы лабораторных работ представлены в соответствии с порядком их изучения в теоретическом блоке дисциплины и позволяют формировать элементы профессиональных компетенций:

- ПК 1.1. Организовывать и осуществлять эксплуатацию электроустановок промышленных и гражданских зданий.

- ПК 1.2. Организовывать и производить работы по выявлению неисправностей электроустановок промышленных и гражданских зданий.

- ПК 1.3. Организовывать и производить ремонт электроустановок промышленных и гражданских зданий.

- ПК 3.2. Организовывать и производить наладку и испытания устройств воздушных и кабельных линий.

- ПК 4.2. Контролировать качество выполнения электромонтажных работ.

- ПК 4.4. Обеспечивать соблюдение правил техники безопасности при выполнении электромонтажных и наладочных работ.

Количество учебных часов соответствует рабочей программе. Преподавание дисциплины имеет практическую направленность.

В результате изучения студент должен:

- знать принцип действия и устройства электронной, микропроцессорной техники и микроэлектроники, их характеристики и область применения.

* уметь определять параметры полупроводниковых и типовых электронных каскадов по заданным условиям.

**Перечень лабораторных работ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Название работы** | **Количество часов** |
| 1 | **Работа №1.** Изучение работы выпрямительных диодов. Эффект p-n перехода в диодах. | 2 |
| 2 | **Работа №2.** Снятие характеристик биполярного транзистора | 2 |
| 3 | **Работа №3.** Снятие выходных характеристик полевого транзистора | 2 |
| 4 | **Работа №4.** Изучение работы и выбор параметров усилителей на биполярных транзисторах | 2 |
| 5 | **Работа №5.** Изучение работы операционных усилителей | 2 |
|  | Итого | 10 |

**Требования к содержанию отчета**

Каждая отчетная работа должна содержать:

1. Титульный лист (Приложение А).
2. Цель работы.
3. Необходимые схемы, формулы и расчеты.
4. Таблицы с результатами расчетов.
5. Графики и диаграммы, построенные по результатам расчетов, если это требуется по заданию.
6. Ответы на контрольные вопросы.
7. Выводы по работе.

Схемы вычерчиваются в соответствии с требованиями ГОСТ с помощью условных обозначений на листах формата А4. Графическая часть отчета (схемы, таблицы, графики) выполняются карандашом с применением чертежных инструментов. Отчет можно выполнять в рукописном варианте или с применением ПК.

**Работа №1 Изучение работы выпрямительных диодов.**

**Эффект p-n перехода в диодах.**

**Цель работы:** исследование полупроводниковых диодов.

**Студент должен:**

***знать*:**

**-**классификацию полупроводниковых диодов;

-их основные характеристики;

***уметь:***

***-***различать элементы по маркировке;

-определять основные параметры диодов.

**Общие сведения**

Двухэлектродный полупроводниковый элемент - диодсодержит **n** и **p** проводящий слои (рис.1). В n-проводящем слое в качестве свободных носителей заряда преобладают **электроны,** а в p-проводящем слое - **дырки.** Существующий между этими слоями p-n переход имеет внутренний потенциальный барьер, препятствующий соедине­нию свободных носителей заряда. Таким образом, диод блокирован.

При прямом приложении напряже­ний («+» к слою **p**, «—» к слою **n**) потенци­альный барьер уменьшается, и диод начи­нает проводить ток (диод открыт). При об­ратном напряжении потенциальный барьер увеличивается

(диод заперт). В обратном направлении протекает только небольшой ток утечки, обусловленный не основными носителями.

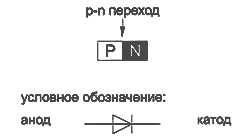


Рисунок 1. Устройство диода и его условное обозначение.

**Экспериментальная часть**

**Задание.**

Снять вольтамперную характеристику полупроводникового диода в прямом и обратном направлениях.

**Порядок выполнения эксперимента.**

К диоду (рисунок 2а) при прямой полярности приложите напряжение постоянного тока **U**пр. величины которого указаны в таблице 1, измерьте с помощью мультиметра соответствующие токи **I**пр. и их значения занесите в таблицу. Используйте при этом схему измерения с погрешностью по току.

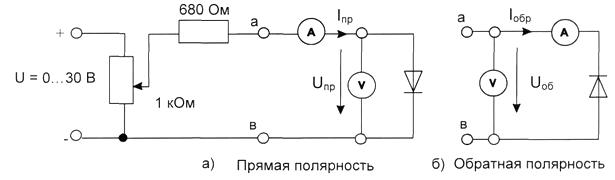


Рисунок 2. Схема испытательного стенда вольтамперной характеристики диода.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **U**пр. В | 0 | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,65 | 0,7 | 0,75 |
| **I**пр. мА |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Измените полярность диода, переключите вольтметр для измерений с погрешностью по напряжению как показано на рисунке 2б и повторите эксперимент при величинах обратных напряжений, указанных в таблице 2. Для получения напряжений больше 15в соедините два источника последовательно.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **U**обр. В | 0 | 2,5 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
| **I**обр. мкА |  |  |  |  |  |  |  |  |

Точные измерения обратного тока (**I**обр.) возможны только с помощью высокочувст­вительного мультиметра.

Перенесите измеренные данные из таблиц на график (рисунок 3) и постройте вольтамперную характеристику диода.

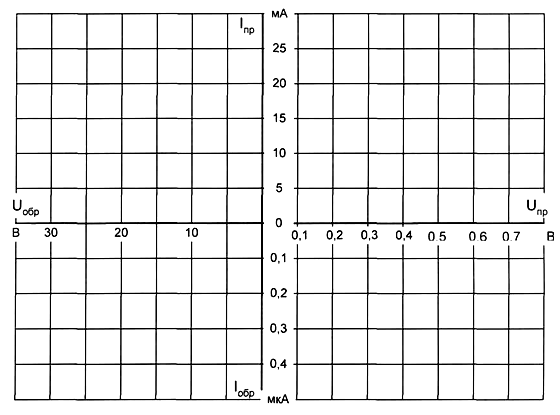


Рисунок 3. График вольтамперной характеристики диода.

**Контрольные вопросы.**

1. Как называется напряжение, при котором диод становится проводящим?

2. Как называется напряжение, при котором диод становится не проводящим?

3. Как называется граница между областями «n» и «p»?

**Работа №2. Снятие характеристик биполярного транзистора**

**Цель работы:** изучение характеристик биполярных транзисторов.

**Студент должен:**

***знать*:**- принцип действия биполярных транзисторов;

- основные свойства биполярных транзисторов;

- их маркировку.

***уметь:*** исследовать основные характеристики биполярных транзисторов.

**Общие сведения**

Свойства транзисторов описываются следующими четырьмя семействами характеристик.

* **Входная** характеристика показывает зависимость тока базы **I**б от напряжения в це­пи база/эмиттер **U**бэ (при **U**кэ = const).
* **Выходная характеристика** показывает зависимость тока коллектора **I**к от напря­жения цепи коллектор/эмиттер **U**кэ при различных фиксированных значениях тока базы.
* **Характеристика управления** представляет собой зависимость тока коллектора **I**к от тока базы **I**б(при **U**кэ = const).
* **Характеристика обратной связи** есть зависимость напряжения цепи база/эмиттер **U**бэ, соответствующего различным неизменным значениям тока базы, от напряжения цепи коллектор/эмиттер **U**кэ при различных фиксированных значениях тока базы.

**Экспериментальная часть**

**Задание**

Снять экспериментально и построить графики четырех семейств характеристик би­полярного транзистора **n-p-n** типа.

**Порядок выполнения эксперимента**

Соберите цепь согласно схеме (рисунок 1). Потенциометр 1 кОм используется для ре­гулирования тока базы, резисторы 100 и 47 кОм - для ограничения максимального тока базы. Регулирование напряжения **U**кэ осуществляется регулятором источника постоянного напряжения. Измерение тока базы **I**б и напряжения **U**бэ производятся мультиметрами на пределах 200 мА и 2 В соответственно. Пределы измерения тока коллектора **I**к и напряжения **U**кэ изменяются в ходе работы по мере необходимости.  
**При сборке схемы предусмотрите перемычки для переключения амперметра из одной ветви в другую.**

Установите первое значение тока базы 20 мА и изменяя напряжение **U**kэ согласно значениям, указанным в таблице 1, снимите зависимости **I**k(**U**kэ) и **U**бэ(**U**кэ)- По­вторите эти измерения при каждом значении **I**в, указанном в таблице1.

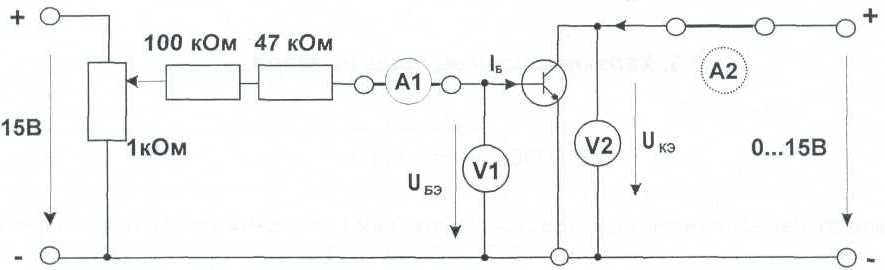


Рисунок 1. Стенд для измерения параметров транзисторов.

***Примечание:*** характеристики транзистора изменяются в ходе работы из-за его нагрева. Поэтому для большей определенности рекомендуется установить нужные значения **I**бэ и **U**кэ, выключить на 30 с блок генераторов напряжений, затем вклю­чить его и быстро записать показания приборов V1 и А2.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **U**кэ, в | **I**Б**=20**мА | | **I**Б**=40**мА | | **I**Б**=60**мА | | **I**Б**=80**мА | |
| **I**К, мА | **U**кэ,в | **I**К, мА | **U**кэ,в | **I**К, мА | **U**кэ,в | **I**К, мА | **U**кэ,в |
| 0 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0,5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |  |  |

На рисунке 3 постройте графики семейства выходных характеристик **I**k(**U**кэ)и се­мейство характеристик обратной связи **U**Бэ(**U**кэ), не забыв указать какому току базы соответствует каждая кривая.

Установите **U**кэ= **0** и изменяя ток базы в соответствии со значениями, указанными в таблице 2, снимите зависимость **U**бэ(**I**б),Увеличьте напряжение **U**кэдо 5 В и снова снимите зависимость **U**Бэ(**I**Б), а также и **I**к(**I**б)**-** Повторите этот опыт также при **U**кэ=15 В. (При проведении этих измерений также учитывайте примечание к предыдуще­му опыту).

Таблица.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **I**б,µА | **U**кэ=**0**в | | **U**КЭ=**5**в | | **U**кэ=**15**в | |
| **U**бэ, в | **I**к, мА | **U**бэ, в | **I**К, мА | **U**бэ, в | **I**К, мА |
| 0 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |
| 20 |  |  |  |  |  |  |
| 50 |  |  |  |  |  |  |
| 80 |  |  |  |  |  |  |

На рисунке 3 постройте графики входных **I**б(**U**бэ) и регулировочных **I**к(**I**б)характе­ристик, указав для каждой кривой соответствующие значения **U**kэ.

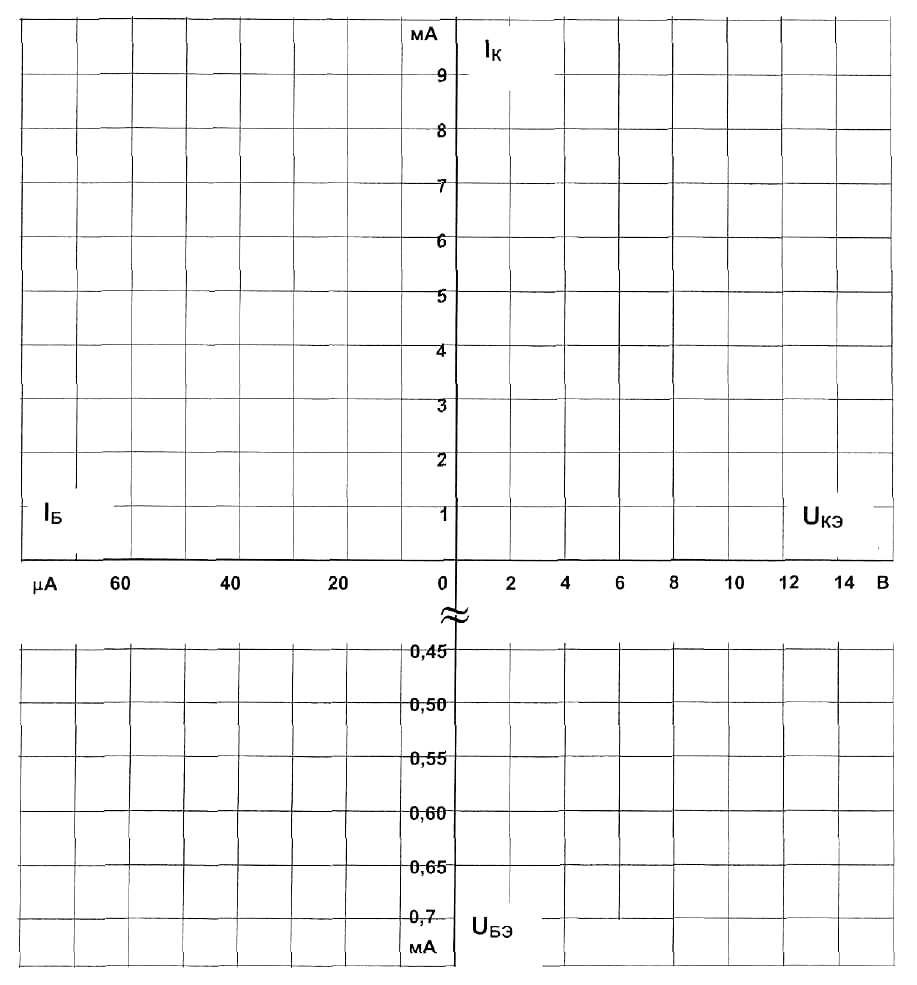


Рисунок 3. Графики выходных характеристик.

**Контрольные вопросы.**

1. В чем различие между транзисторами типа ***n-p-n*** *и* ***p-n-p****?*
2. При какой схеме включения транзистора коэффициент усиления по мощности меньше или равен единице?
3. Какие основные материалы используются для изготовления транзисторов?

**Работа №3. Снятие выходных характеристик полевого транзистора**

**Цель работы:** изучение свойства **p-n** переходов между электродами затвора и главными электродами униполярных транзисторов.

**Студент должен:**

***знать*:**- принцип действия униполярных транзисторов;

- основные свойства униполярных транзисторов;

- маркировку транзисторов;

***уметь:*** -исследовать основные характеристики униполярных транзисторов.

**Общие сведения**

В полевых транзисторах (рисунок 1) ток обеспечивается носителями заряда одного знака (электронами или дырками) и протекает по **каналу** под воздействием прикладываемого извне электрического поля (отсюда название транзисторов этого типа). Электроды канала принято называть **истоком** и **стоком.** Управление током транзистора осуществляется посредством электрода, называемого **затвором,** который изолирован от канала **p-n** пере­ходом или по-иному.

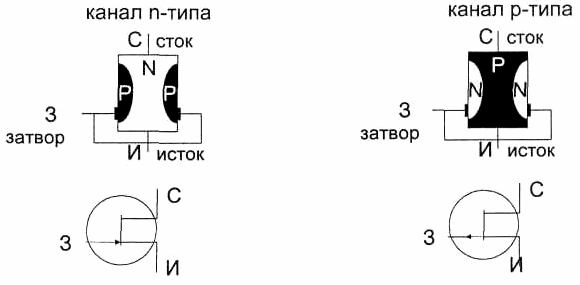


Рисунок 1. Структура полевых транзисторов и условное обозначение.

**Экспериментальная часть.**

**Задание.**

Исследовать свойства **p-n** переходов между электродами затвора и главными электродами (истоком и стоком) полевого транзистора с каналом **n**-типа. Используя мультиметр, определить зависимость тока от приложенного напряжения. Затем повторите эксперимент с транзистором **p**-типа.

**Порядок выполнения эксперимента.**

Соберите цепь согласно схеме (рисунок 2, диаграмма 1) и с помощью мультиметра (в режиме миллиамперметра) определите состояние ***p-n*** перехода (проводящее / запертое). Повторите измерения согласно диаграммам 2, 3 и 4. Результаты занесите в таблицу 1.

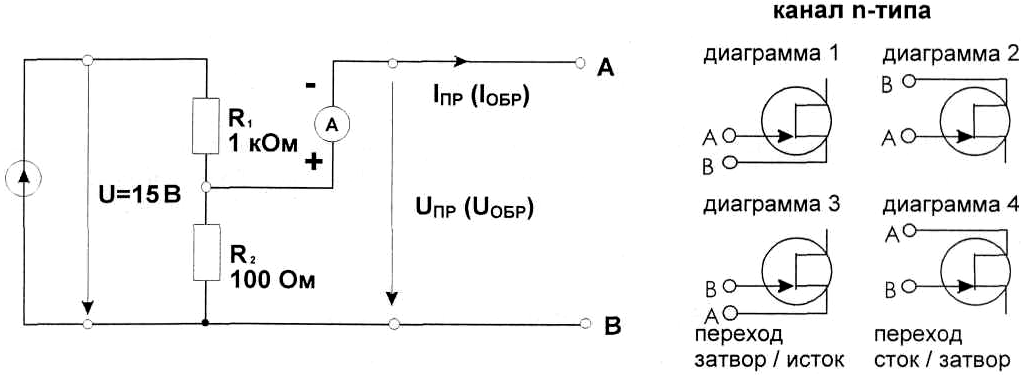
Рисунок 2. Схема измерения полевых транзисторов

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаграмма | 1 | 2 | 3 | 4 |
| канал **n**-типа |  |  |  |  |
| канал **p**-типа |  |  |  |  |

Затем замените транзистор с каналом **n**-типа транзистором с каналом **p**-типа (рисунок 3). Определите состояния **p-n** переходов путем измерения для диаграмм 1...4 и занесите результаты в таблицу1.

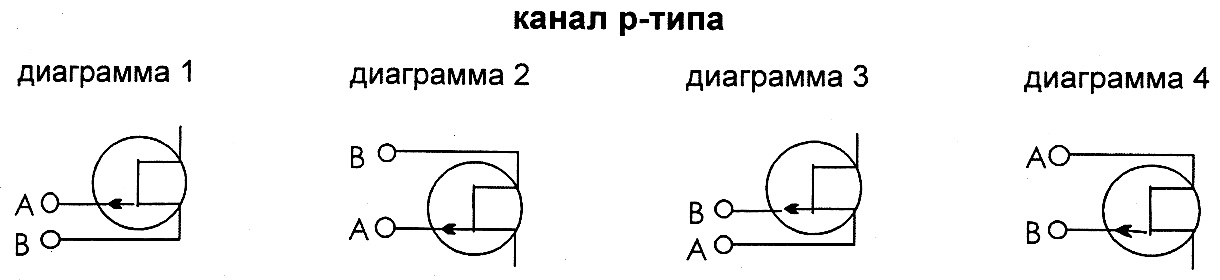


Рисунок 3. Диаграммы проверки транзисторов.

**Контрольные вопросы.**

1. Когда **p-n** переходы полевого транзистора с каналом **n**-типа заперты?
2. Когда **p-n** переходы полевого транзистора с каналом **p**-типа заперты?

**Работа №4. Изучение работы и выбор параметров усилителей на биполярных транзисторах**

**Цель работы:** научиться определять электрические показатели основных схем усилителей.

**Студент должен:**

**з*нать*:**- классификацию усилителей;

- их основные характеристики;

- значение обратной связи в схемах усилителей;

***уметь:***-определять режимы работы усилителей;

- определять электрические показатели схем усилителей.

**Общие сведения.**

Транзисторы используются как управляющие элементы в усилительных цепях. По названию того электрода транзистора, который используется как общая точка для напряжений входного и выходного сигналов, различают три основные схемы усилителей на биполярных транзисторах:

1. с общим эмиттером (**ОЭ**),
2. с общим коллектором (**ОК**),
3. с общей базой (**ОБ**).

В наиболее распространенных схемах усилителей используются **n-p-п** транзисторы. Однако **p-n-р** транзисторы также можно использовать, но тогда нужно изменить полярность рабочего напряжения.

**Экспериментальная часть**

**Задание**

Выполнить измерения и определить следующие электрические показатели основных схем усилителей:

1. коэффициент усиления по напряжению **νU;**
2. угол фазового сдвига **φ**;
3. входное сопротивление **R**bx;
4. выходное сопротивление **R**вых

Усилители используются для усиления напряжения переменного тока. Конденсаторы С1 С2 установлены для развязывания рабочего и управляющего напряжений, делитель на­пряжения 1 кОм/100 Ом- для удобства регулирования и измерения малых значений вход­ного напряжения.

**Порядок выполнения эксперимента.**

Соберите цепь усилителя по схеме с общим эмиттером (рисунок1) и установите час­тоту синусоидального напряжения f = 1 кГци действующее значение напряжения 2В. Для производства измерений включите мультиметры и осциллограф.

Настройте осциллограф и перерисуйте осциллограммы входного и выходного напряжений (рисунок 2), укажите масштабы по осям.

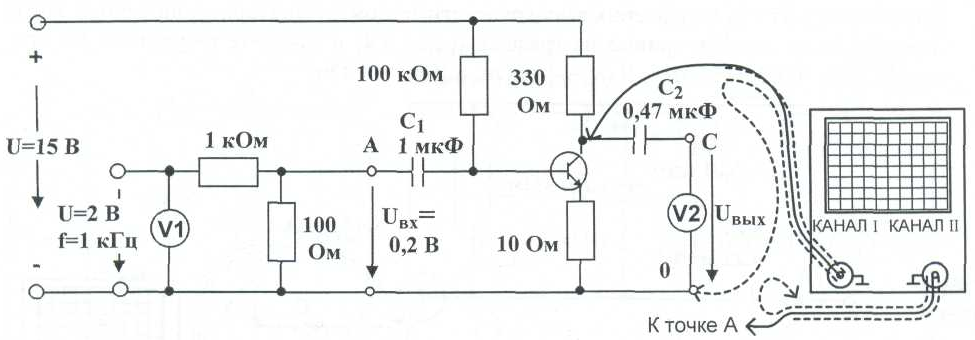


Рисунок 1. Усилитель по схеме с общим эммитером.



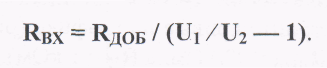
Рисунок 2. Осциллограммы входных и выходных напряжений.

Измерьте входное и выходное напряжения, определите угол фазового сдвига этих напряжений **φ** и вычислите коэффициент усиления по напряжению, используя следующее соотношение:

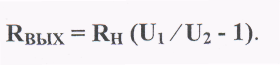
Безымянный4

Результаты этих и последующих измерений и вычислений занесите в таблицу1.

Далее определите входное сопротивление усилителя **R**вх. Для этого включите после­довательно во входную цепь усилителя (точка А) резистор **R**доб = 1 кОм. Это вызовет снижение выходного напряжения **U**вых усилителя от **U**1 до **U**2. Тогда входное сопротивление **R**вх можно рассчитать следующим образом:



Теперь определите выходное сопротивление **R**вых. Для этого включите нагрузочный резистор **R**h = 1 кОм параллельно выходу усилителя (точки С -0). Это также вызовет снижение выходного напряжения усилителя от **U**1 до **U**2. Выходное сопротивление можно вычислить, используя соотношение:



Соберите цепь усилителя по схеме с общим коллектором (рисунок 3). Конденсатор Сз в схеме служит для подавления высокочастотных помех. Повторите описанные выше измерения, постройте кривые на графике (рисунок 4) и занесите результаты измерений в таблицу 1. При этом **R**доб= 10 кОм, a **R**h= 100 Ом.

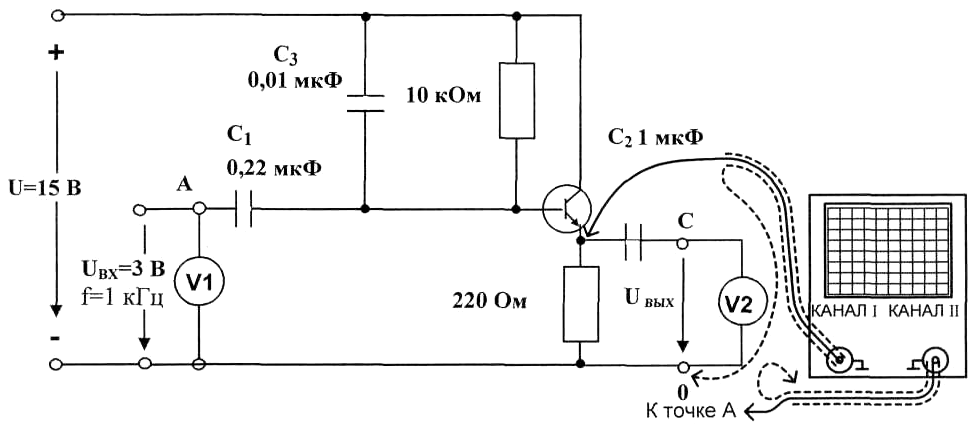


Рисунок 3. Усилитель по схеме с общим коллектором.

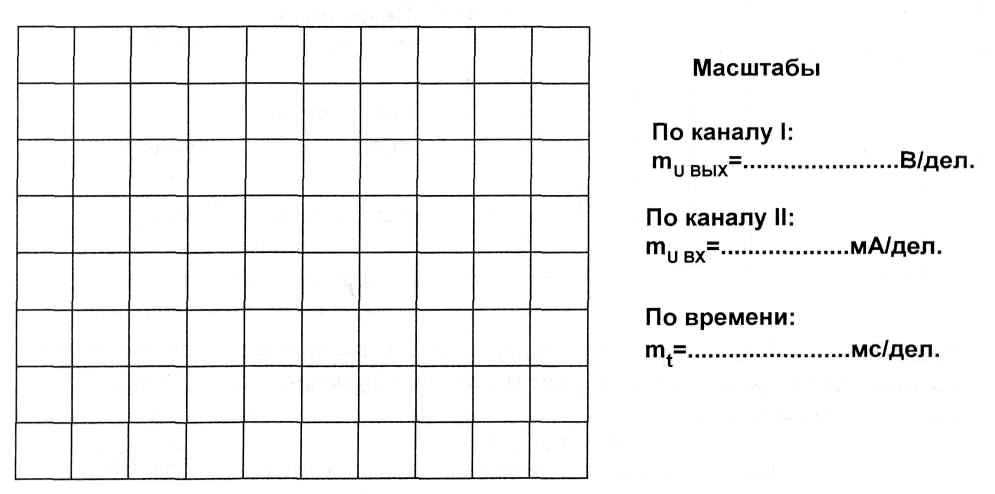


Рисунок 4. Осциллограммы входных и выходных напряжений.

Соберите цепь усилителя по схеме с общей базой (рисунок 5). Соблюдайте полярность подключения электролитического конденсатора 10 мкФ. Повторите измерения, постройте кривые на графике (рисунок 6) и занесите результаты в таблицу 1 при этом **R**доб= 220 Ом, a **R**h= 1 кОм.

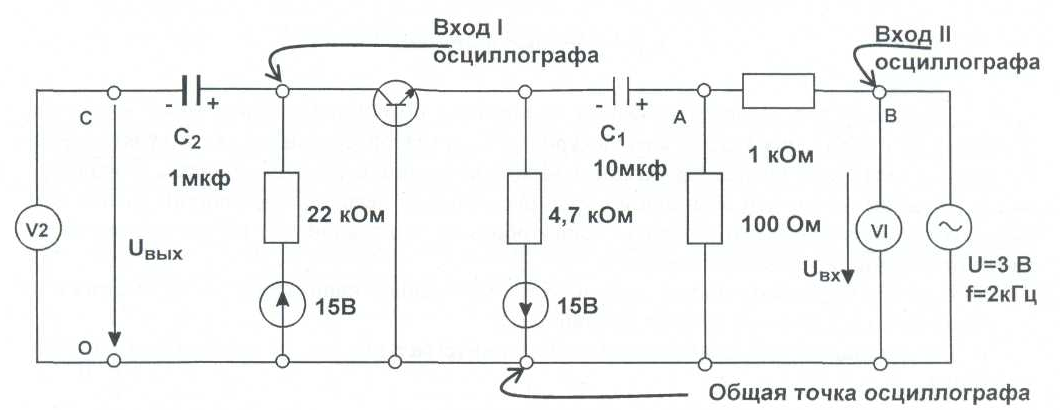


Рисунок 5. Усилитель с общей базой.



Рисунок 6. Осциллограммы входных и выходных напряжений.

Таблица 1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | с общим эмиттером | с общим коллектором коллектором | с общей базой |
| **U**BX | 0,2 В, 1кГц | 0,3 В, 1кГц | 0,3 В, 10 кГц |
| **U**выx |  |  |  |
| **vU** |  |  |  |
| **φ** |  |  |  |
| **R**bx |  |  |  |
| **R**bыx |  |  |  |

**Контрольные вопросы.**

1. Какой из трех усилителей имеет инвертирующий эффект?
2. В каких задачах свойства усилителя с общим коллектором имеют особое применение?

**Работа №5. Изучение работы операционных усилителей**

**Цель работы:-** изучение основных параметров операционных усилителей

**Студент должен:**

***знать*:**- принцип действия операционных усилителей;

- основные свойства операционных усилителей;

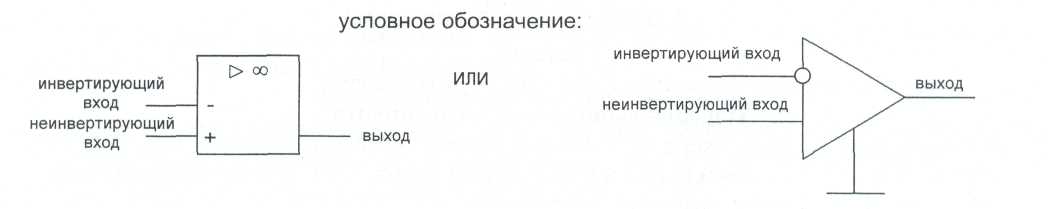
- их маркировку.

***уметь*:-**исследовать основные характеристики операционных усилителей

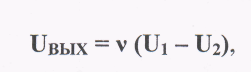
**Общие сведения**

Инвертирующий усилитель представляет собой устройство, которое преобразует входное напряжение в выходное напряжение противоположной полярности. В случае сину­соидального напряжения образуется фазовременной сдвиг 180° между входным и выход­ным сигналами. Инвертирующий усилитель может быть использован для усиления или ос­лабления входного сигнала. Его принципиальная схема показана на рисунке 1.

Операционный усилитель представляет собой идеальный усилитель с высокоомным дифференциальным входом (два входа) и очень высоким коэффициентом усиле­ния. Фактически многие электронные устройства, выполняемые на транзисторах, могут быть также реализованы на операционных усилителях.

Рисунок 1. Операционный усилитель

При подаче сигнала на неинвертирующий вход приращение выходного сигнала сов­падает по знаку (фазе) с приращениями входного сигнала. Если же сигнал подан на инвер­тирующий вход, то приращение выходного сигнала имеет обратный знак (противополож­ный по фазе). При подаче сигналов на оба входа сигнал на выходе равен:



где v → ∞- коэффициент усиления операционного усилителя;

**U**1 и **U**2 - сигналы на неинвертирующем и инвертирующем входах соответственно.

Входное сопротивление операционного усилителя очень велико (**R**bx→ ∞), поэтому входной ток при расчете считается равным нулю.

Выходное сопротивление операционного усилителя весьма мало (Rbыx→ 0), поэтому ток нагрузки усилителя практически не влияет его выходное напряжение.

Инвертирующий вход часто используется для введения в операционный усилитель внешних обратных связей. Инвертирующий усилитель представляет собой устройство, которое преобразует входное напряжение в выходное напряжение противоположной полярности. В случае сину­соидального напряжения образуется фазовременной сдвиг 180° между входным и выход­ным сигналами. Инвертирующий усилитель может быть использован для усиления или ос­лабления входного сигнала. Его принципиальная схема показана на рисунке 1.

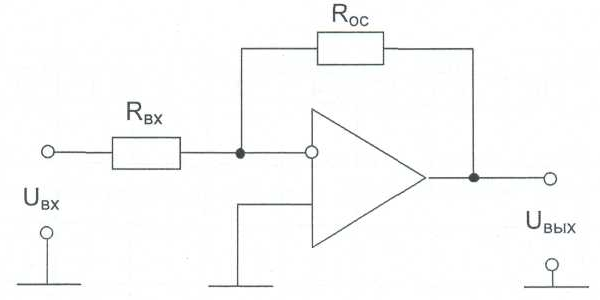


Рисунок 2. Инвертирующий усилитель.

Коэффициент усиления равен:

Безымянный15

Для упрощения расчетов делаются следующие допущения:

1. в рабочем диапазоне усилителя разность потенциалов между двумя входами равна 0;
2. входой ток усилителя равен 0.
3. усиления **v** = - Коэффициент 1 (когда **R**oc=**R**вх),то есть амплитуды входного и выходного сигналов равны

**Экспериментальная часть**

**Задание**

Построить кривую, показывающую зависимость выходного напряжения от входного, изучить влияние величины сопротивления нагрузки на выходное напряжение.

**Порядок выполнения эксперимента.**

Соберите цепь, как показано на (рис.3). С помощью мультиметра измерьте вели­чины выходного напряжения **U**вых при различных сопротивлениях отрицательной обратной связи Roc и входных напряжениях **U**bxсогласно таблице 1.

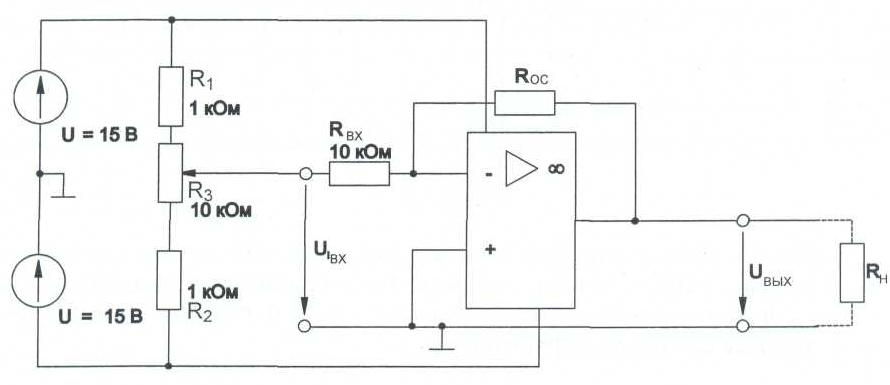


Рисунок 3. Испытательный стенд.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **UBX, В** | **-10** | **-8** | **-6** | **-4** | **-2** | **0** | **2** | **4** | **6** | **8** | **10** |
| **Ubыxпри Roc= 10кОм** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Ubыxпри Roc= 22кОм** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Ubыx при ROС= 47кОм** |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Занесите результаты измерений в таблицу1. На графике (рисунок 4) постройте кри­вые зависимостей **U**bых(**U**bx)при различных сопротивлениях отрицательной обрат­ной связи **R**oc**.**

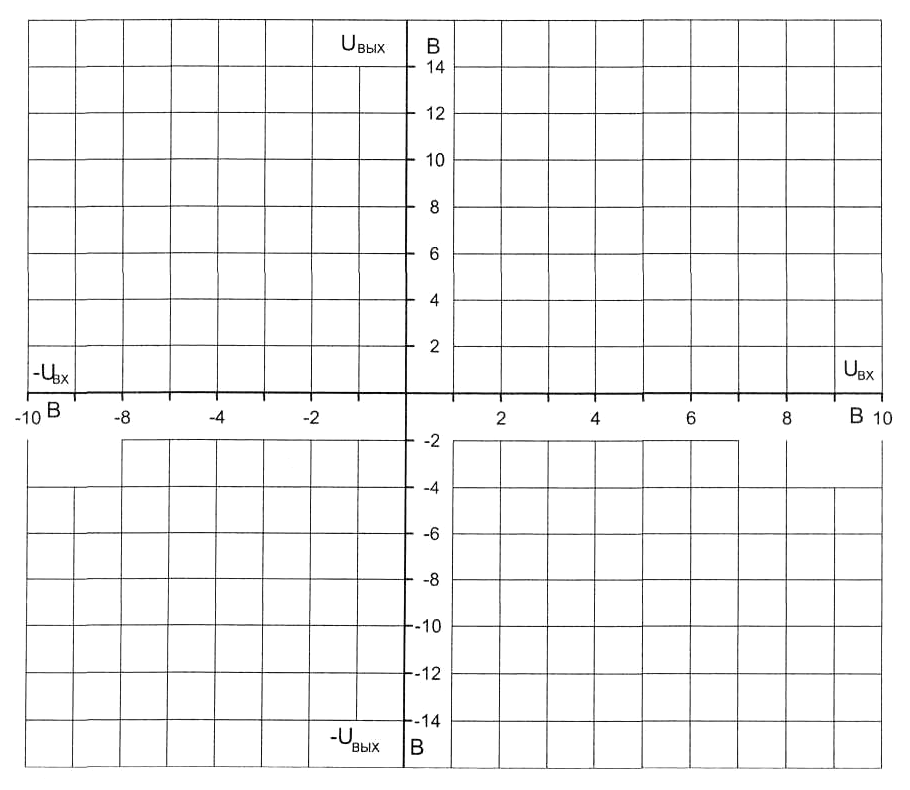


Рисунок 4. График зависимости **U**вых (**U**вх).

Для изучения влияния сопротивления нагрузки установите входное напряжение **U**bx= -5 В, a**R**oc=**R**bx=10 кОм. Подсоедините к выходу усилителя поочередно различные сопротивления нагрузки согласно таблице 2 и измерьте мультиметром результирующие выходные напряжения **U**bыx.

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **R**h,Om | **1000** | **680** | **470** | **330** | **220** | **100** | **47** |
| **U**bыx**,** В |  |  |  |  |  |  |  |

Занесите измеренные величины в таблицу 2 и затем постройте на графике (рисунок 5) кривую зависимости выходного напряжения **U**вых отсопротивления нагрузки **R**н.

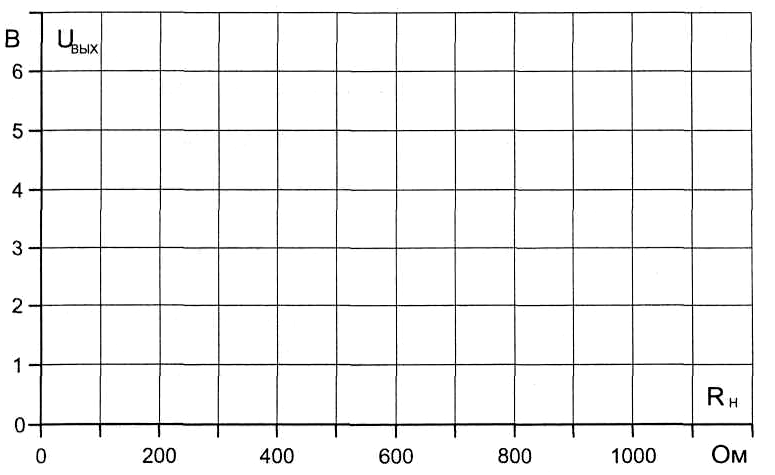


Рисунок 5. График зависимости **U**вых от **R**н.

**Контрольные вопросы.**

1. Какова полярность входного напряжения **U**вх инвертирующего

усилителя по сравнению с выходным напряжением **U**вых?

1. Какие компоненты определяют коэффициент усиления инвертирующего усилителя?
2. Какова величина коэффициента усиления при **R**ос=100 ком **R**вх=10ком?
3. Какое утверждение можно сделать относительно характеристики, изображенной на рисунке 5.

Критерии оценки отчетных работ

|  |  |
| --- | --- |
| Критерии | Оценка |
| Графическая часть работы выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ, приведены порядок расчетов и результаты расчетов в таблицах, построены все графики, указаны единицы измерения | Отлично |
| Графическая часть работы выполнена в соответствии с требованиями ГОСТ, порядок расчетов приведен не полностью, результаты расчетов в таблицах присутствуют, построены все графики, указаны не все единицы измерения | Хорошо |
| Графическая часть работы выполнена не в соответствии с требованиями ГОСТ, не приведен порядок расчетов, только результаты расчетов в таблицах, построены все графики, не указаны единицы измерения | удовлетворительно |

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

*Министерство образования и науки Челябинской области*

## *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение*

## «Южно-Уральский государственный технический колледж»

##### ОТЧЕТ

*По лабораторным работам*

*дисциплины "Основы электроники"*

### специальность 08.02.09

### «Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования

### промышленных и гражданских зданий»

###### 

###### Выполнил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Группа: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

###### Проверил: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Челябинск

20\_\_

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Покотило С.А. Электротехника и электроника:учебное пособие/С.А.Покотило, В.И.Панкратов.-Ростов-на-Дону:Феникс,2017.-283 с.: ил.- (Среднее профессиональное образование). -ISBN 978-5-222-26133-0

2. Электротехника и электроника: Учебник/ Гальперин М.В.-М.:Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2016-480 с.- (Профессиональное образование)- ISBN 978-5-91134-783-3 - Текст электронный-URL http://znanium/com/catalog/product/553180/